



TITLE:

5.単結晶CeCu₆の熱膨張率異常(北海道大学大学院理学研究科物理学専攻,修士論文題目・アブストラクト(1987年度)その1)

AUTHOR(S):

高橋, 公雄

CITATION:

高橋, 公雄. 5.単結晶CeCu₆の熱膨張率異常(北海道大学大学院理学研究科物理学専攻,修士論文題目・アブストラクト(1987年度)その1). 物性研究 1988, 50(5): 837-838

ISSUE DATE:

1988-08-20

URL:

<http://hdl.handle.net/2433/93256>

RIGHT:

5. 単結晶 CeCu_6 の熱膨張率異常

高橋 公雄

高濃度Kondo系物質 CeCu_6 の比熱などの物理量には、低温($T < 10\text{K}$)でKondo効果が関与する異常が現れるが、高温側($T \sim 30\text{K}$)では、Kondo効果が弱まり、Ceの4fレベルの結晶場分裂による異常が現れる。最近、 CeAl_2 , UPt_3 等の高濃度Kondo系物質に於て、熱膨張率 $\alpha(T)$ に異常な振舞いがあることが報告された^{1,2)}。これらは、上記の2つの効果が、その原因として考えられているが、現在のところ、 $\alpha(T)$ に関する研究例が少なく、定量的な議論が殆どなされていない。本研究では CeCu_6 における熱膨張率異常を良質の単結晶を用いて圧力下、磁場下を含めて詳細に調べ、30K付近に現れる $\alpha(T)$ の異常が4fレベルの結晶場による分裂に起因することを明らかにすると同時に、結晶場分裂の大きさを決めた。

CeCu_6 の熱膨張($\Delta l/l$)の測定は、ストレインゲージで8Kから200Kの温度範囲で行った。 $\alpha(T)$ は $\Delta l/l$ を温度 T で微分して得られた。更にphononの寄与を差し引くために4f電子を持たない LaCu_6 の熱膨張率も測定した。

図1は CeCu_6 , LaCu_6 のb軸の熱膨張率 $\alpha_b(T)$ を示している。 LaCu_6 の $\alpha_b(T)$ はCuの様に単調な温度変化を示すが、 CeCu_6 の $\alpha_b(T)$ は、20K以下では温度の上昇と共に急激に増加し、約70K付近に幅広いピークをもつ。図2は、4f電子の寄与 $\alpha_{m,b}(T)$ を見積るために、 CeCu_6 の実測値 $\alpha_b(T)$ から LaCu_6 の $\alpha_b(T)$ を差し引いた図である。 $\alpha_{m,b}(T)$ は正で、30K付近にピークを示す。このピークは、比熱のピーク(27K)に対応し³⁾、結晶場による4fレベルの分裂に起因するものと考えられる。最近、Ohkawaが導いた、この4fレベルの分裂に伴う熱膨張率異常に対する

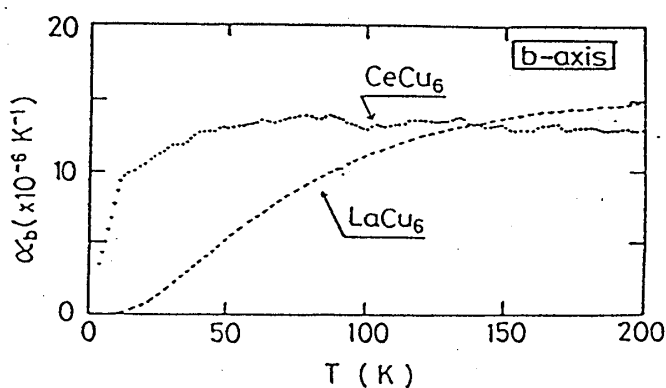


図1. CeCu_6 , LaCu_6 のb軸の熱膨張率

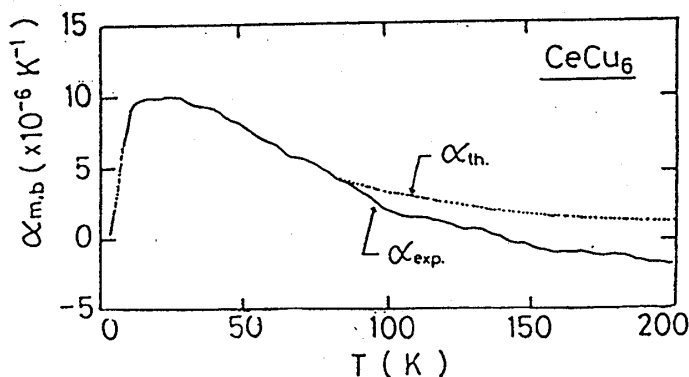


図2. CeCu_6 の熱膨張率における4f電子の寄与

理論式から⁴⁾ CeCu_6 における結晶場分裂の大きさ Δ_1, Δ_2 は、 $\Delta_1=30\text{K}, \Delta_2=102\text{K}$ と決めることができた。ここで Δ_1, Δ_2 は、ground state と、それぞれ first excited level, second excited level とのエネルギーの差である。

図3は $\alpha_{m,b}(T)$ の圧力変化を示している。12.6kbar以下の圧力では、 $\alpha_{m,b}(T)$ のピーク温度は殆ど変化しないが、ピーク値は加圧と共に小さくなる。このピーク値は、Ohkawa理論より、 $(1/\Delta_i)(\partial \Delta_i / \partial P)$ に比例しており、 Δ_i の値は、高圧になるほど変化しにくくなると結論できる。

図4は、 $\alpha_{m,b}(T)$ の磁場変化を示している。 $\alpha_{m,b}(T)$ は、磁場が大きくなると、そのピークは大ききつづれ、10K付近と30K付近に幅広いhumpが見えてくる。これらの2つのhumpは、それぞれ first excited level, second excited level の寄与に対応している。

以上のように、 CeCu_6 のb軸の熱膨張率は、結晶場分裂の寄与で大変よく説明することができた。

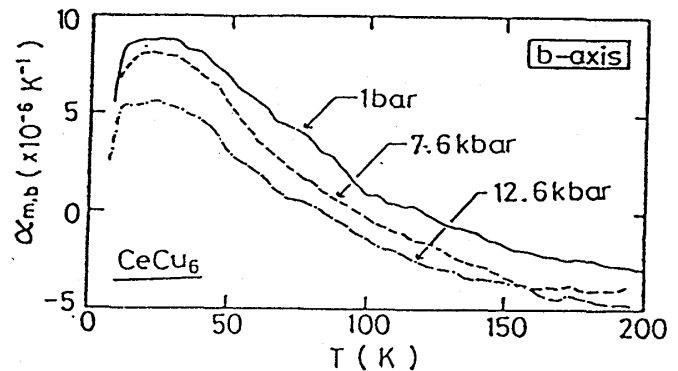


図3. $\alpha_{m,b}$ の圧力効果

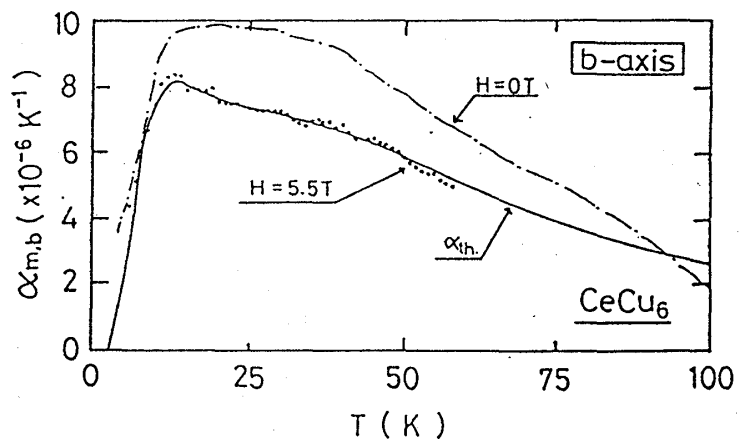


図4. $\alpha_{m,b}$ の磁場効果

References

- 1) R.Schefzyk et al. : J.Magn.Magn.Mat.47-48(1985)83
- 2) A.de Visser et al. : J.Phys.F15(1985)L53
- 3) M.Kato et al. : to be published
- 4) F.J.Ohkawa : to be published